



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 01 247.4

Anmeldetag: 14. Januar 1999

Anmelder/Inhaber: DeTeMobil Deutsche Telekom MobilNet GmbH,
Bonn/DE

Bezeichnung: Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mo-
bilfunknetze

IPC: H 04 Q, H 04 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 05. September 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Best Available Copy

DeTeMobil Deutsche Telekom MobilNet GmbH, Bonn

Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Ziel der praktischen Funknetzplanung zum Entwurf zellularer Mobilfunknetze ist es, möglichst vielen Teilnehmern eine möglichst hohe Dienstgüte zu bieten, wobei von vorgegebenen Randbedingungen wie z.B. Wellenausbreitungseigenschaften, Verfügbarkeit von Festsenderstandorten, nutzbares Frequenzspektrum, zu erwartendes Verkehrsaufkommen, Verkehrsverteilung, etc. ausgegangen werden muss.

In der Anfangszeit des Mobilfunks wurde die Funknetzplanung durch einen Funknetzplaner im wesentlichen manuell durchgeführt. Aufgrund immer grösserer und leistungsfähigerer Netze wurde angestrebt, immer mehr Teilschritte des Planungsverfahrens zu automatisieren. Dies erforderte leistungsfähige Rechner, die erst in letzter Zeit zur allgemeinen Verfügung stehen. Bekannte realisierte oder in Entwicklung befindliche Verfahren zum automatischen Entwurf, zur automatisierten Planung und/ oder Optimierung zellularer Mobilfunknetze unter Berücksichtigung der geographischen Bedingungen und/oder des Teilnehmerverhaltens im Planungsgebiet beruhen auf der Gesamtheit oder auf Teilen des folgenden, allgemeinen Verfahrens, das in Figur 4 schematisch dargestellt ist.

In einem ersten Schritt erfolgt die Vorverarbeitung der raumbezogenen Daten des Planungsgebiets. Unter raumbezogenen Daten versteht man z.B. die zu erwartende raumbezogene Funkverkehrsverteilung, die Funkverkehrsdichte, topographische Daten, Verkehrswege (Strassen, Bahnlinien) etc. In Figur 4 ist schematisch ein betrachtetes Planungsgebiet 1 dargestellt, welches in einzelne

Flächenquadrate 2 unterteilt ist. Für jedes Flächenquadrat ist eine prognostizierte, d.h. zu erwartende Verkehrsdichte dargestellt. Je dunkler die dargestellte Graufärbung, desto höher ist die erwartete Verkehrsdichte.

In einem zweiten Schritt erfolgt eine Darstellung der raumbezogenen Daten als verdichtete und normierte Merkmale, die im Beispiel als normierte Dichtepunkte 3 dargestellt sind. Die verdichteten und normierten Merkmale werden mit Algorithmen zur Berechnung der geographischen Lage der Standorte für die Basisstationen 4 des Mobilfunknetzes verarbeitet.

Schließlich erfolgt in einem dritten Schritt die Verarbeitung der Standorte der Basisstationen 4 und der verdichteten, normierten Merkmale mit Algorithmen zur Berechnung der Parameter der Basisstationen des Mobilfunknetzes. Diese Parameter sind u.a. Sendeleistung, Frequenzen, Antennenparameter, etc. In Fig. 4, unten, sind beispielsweise die vorgeschlagenen Versorgungsgebiete 5 der einzelnen Basisstationen 4 dargestellt.

Es ergibt sich ein grobes Planungsmodell, welches nun durch manuelle Arbeit zu optimieren ist. Im Beispiel sind noch Lücken zwischen den Versorgungsgebieten 5 der Basisstationen 4 vorhanden, die durch weitere Planungsmassnahmen wie z.B. Einrichtung zusätzlicher Basisstationsstandorte, Erhöhung der Sendeleistungen etc. geschlossen werden müssen.

Die bekannten Verfahren sind entweder nur für Teilaufgaben des automatischen Netzentwurfs einsetzbar oder beinhalten grundsätzliche Probleme:

Es ist bisher kein automatisches Verfahren bekannt, das durch seine Anwendung einen vollständigen Netzentwurf erzeugt, der in seiner Qualität mit Ergebnissen der manuellen Funknetzplanung vergleichbar ist.

Ferner ist kein automatisches Verfahren bekannt, das durch seine Gestaltung die Qualität der Ergebnisse des automatischen Netzentwurfs im Vergleich zu einem manuell geplanten oder in Betrieb befindlichen Netz oder Teilnetz bewerten und diese Qualitätsmaße im Ergebnis ausweisen kann.

Es ist kein automatisches Verfahren bekannt, das durch seine Gestaltung parallel und ohne Veränderung der Operationen für unterschiedliche Mobilfunkstandards (GSM, DCS 1800, CDMA, analoge Standards, zukünftige Standards) anwendbar ist.

Es ist auch kein automatisches Verfahren bekannt, daß durch seine Gestaltung die Wiederverwendung vollständiger manueller Planungsergebnisse und Planungserfahrungen für neu zu planende Mobilfunknetze durch automatische Operationen realisiert.

Es ist kein automatisches Verfahren bekannt, daß durch seine Gestaltung die Berücksichtigung der Besonderheiten unterschiedlicher Systemtechniken beim Entwurf von Netzen oder Teilnetzen realisiert.

Es ist weiterhin kein automatisches Verfahren bekannt, daß durch seine Gestaltung den Entwurf von Mobilfunknetzen, die unterschiedliche Mobilfunkstandards verbinden (z.B. GSM 900 und DCS 1800), realisiert.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze vorzuschlagen, welches einen vollständigen Netzentwurf erzeugt, der in seiner Qualität mit Ergebnissen einer manuellen Funknetzplanung vergleichbar ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung beruht auf einem Verfahren, das aus vorgefertigten Planungsdaten realisierter, geplanter oder abstrakter zellularer Mobilfunknetze oder Teilnetze und den raumbezogenen Daten ihrer Planungsgebiete (Referenzdaten) sowie den raumbezogenen Daten eines neuen Planungsgebiets (raumbezogene Planungsdaten) durch Verarbeitung der Relationen zwischen den raumbezogenen Referenz- und Planungsdaten sowie Anwendung von Koordinaten- und Winkeltransformationen auf die Standortkoordinaten der Basisstationen und Hauptstrahlrichtungen der Antennen von Basisstationen der Referenzdaten automatisch einen Entwurf des zellularen Mobilfunknetzes oder Teilnetzes für das neue Planungsgebiet erzeugt.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens ist, daß damit automatisch ein realistischer, vollständiger Netzentwurf (vollständige Netzdaten und Netzparameter) erzeugt wird, der vom Anwender direkt zur Quantifizierung des Investitions- und Planungsaufwandes und für die weitere planerische Bearbeitung genutzt werden kann.

Ferner werden durch das beschriebene Verfahren die erzeugten Netze oder Teilnetze automatisch mit Qualitätsmaßen bewertet. Damit wird sichergestellt, daß für den Anwender des Verfahrens transparente Informationen über den planerischen Aufwand der weiteren Bearbeitung des Netzentwurfs bereitgestellt werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß eine gezielte, automatisierte Wiederverwendung manueller Planungsergebnisse und die normierte Speicherung von Know-How erzielt wird. Das führt zu einem erheblich verringerten Arbeits- und Rechenaufwand.

Ferner realisiert das erfindungsgemäße Verfahren eine wesentliche Qualitätsverbesserung der Funktion "synthetisches Netz" von Funknetzplanungstools durch Berücksichtigung der raumbezogenen Daten des Planungsgebiets (z.B. ein verkehrsangepaßtes synthetisches Netz).

Weiterhin ermöglicht das beschriebene Verfahren eine neue Klasse von Analysefunktionen eines Funknetzplanungstools, indem Netzbereiche mit ähnlichen oder übereinstimmenden raumbezogenen Bedingungen automatisch verglichen werden können.

Zudem realisiert das erfindungsgemäße Verfahren ohne Veränderung der Operationen Netzentwürfe für unterschiedliche Mobilfunkstandards und Systemtechniken durch Verwendung gleich strukturierter Referenzdaten der vorgefertigten Netze.

Zur Vorbereitung und Durchführung des beschriebenen Verfahrens werden Arbeitsschritte, Tätigkeiten und Verfahren verwendet, die einem Fachmann vertraut sind und daher hier nicht näher erläutert werden. Diese sind z.B.:

- die Erfassung, Speicherung, Prüfung und Verarbeitung raumbezogener Raster- und/oder Vektordaten,
- die Berechnung von ein- oder mehrdimensionalen Merkmalen raumbezogener Raster- und/oder Vektordaten,

- die Berechnung der Ähnlichkeit von Objekten mit mehrdimensionalen Merkmalsvektoren, einschließlich Clusterverfahren, Fuzzy- und Neuroalgorithmen,
- alle Aspekte der Normen zellularer Mobilfunknetze, der Systemtechnik und der Endgerätetechnik zellularer Mobilfunknetze, und
- alle Aspekte von Modellen und Verfahren zur Ausbreitung, Versorgung, Interferenz, des Frequenzbedarfs, der Frequenzplanung und der Kapazität zellularer Mobilfunknetze und der Meßdaten beim Betrieb eines zellularen Mobilfunknetzes.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Aufgrund der dem Verfahren zugrundeliegenden Ähnlichkeitsberechnungen zwischen den Referenzdaten und den Planungsdaten ist es möglich, die Qualität des Netzentwurfs durch Quantifizierung der Relationen zwischen raumbezogenen Referenz- und Planungsdaten zu bewerten. Die Qualität bzw. die Übereinstimmung von Teilgebieten des Netzentwurfs mit Teilgebieten des Referenznetzes lässt sich z.B. durch eine Ziffer zwischen 0 und 1 ausdrücken, wobei 0 keine Übereinstimmung und 1 eine identische Übereinstimmung zwischen den Daten des Referenzgebiets und dem Planungsgebiet anzeigt. Damit ist es dem Netzplaner möglich, den Aufwand und die Kosten für eine eventuelle manuelle Nachbearbeitung des ermittelten Netzentwurfs schnell und relativ genau abzuschätzen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf mehrere Zeichnungsfiguren näher erläutert. Dabei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemässen Verfahrens;

Figur 2 zeigt schematisch die Struktur der technischen Realisierung des Verfahrens;

Figur 3 zeigt ein Flussdiagramm der wichtigsten Verfahrensschritte;

Figur 4 zeigt allgemein die notwendigen Verfahrensschritte bei der (teil-) automatisierten Funknetzplanung gemäss dem Stand der Technik.

Erfindungsgemäss wird von folgenden Überlegungen ausgegangen:

Zwei geographische Flächen mit identischen raumbezogenen Merkmalen können durch Mobilfunknetze oder Teilnetze versorgt werden, die bis auf die raumbezogenen Parameter (Koordinaten der Basisstationen, Hauptstrahlrichtungen der Antennen) identisch sind.

Daraus folgt, daß sich zwei geographische Flächen mit identischen raumbezogenen Merkmalen durch identische raumbezogene Dateninhalte repräsentieren lassen, wobei die Dateninhalte maschinell verarbeitbar sind.

Die Vorüberlegungen basieren darauf, daß die Anzahl der geplanten und realisierten zellularen Mobilfunknetze und Teilnetze eines Netzbetreibers wie T-Mobile sehr groß ist. Geht diese Anzahl theoretisch gegen unendlich, so ist für jedes neue Planungsgebiet bereits ein Planungsgebiet mit identischen raumbezogenen Dateninhalten vorhanden. Das lokal vorhandene Mobilfunknetz kann, durch Transformation der raumbezogenen Parameter, zum Netzentwurf für das neue Planungsgebiet verarbeitet werden.

Bei einer realistischen Anzahl geplanter und realisierter Mobilfunknetze eines Netzbetreibers wie T-Mobile ist für jedes neue Planungsgebiet genau dann bereits ein Planungsgebiet mit identischen raumbezogenen Dateninhalten vorhanden, wenn die Größe der Fläche des Planungsgebiets theoretisch gegen Null geht bzw. sich der Auflösung der raumbezogenen Daten (z.B. 5 X 5 Bogensekunden) nähert.

Je kleiner das Planungsgebiet und das mit dieser geographischen Fläche verbundene Teilnetz ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit für vorhandene Identitäten in den raumbezogenen Dateninhalten.

Die realistische, praktische Anwendung erfolgt dann, wenn die raumbezogenen Dateninhalte eines vorhandenen und eines neuen Planungsgebiets durch Einführung eines Ähnlichkeits-Kriteriums als identisch betrachtet werden. Der Grad der Ähnlichkeit der raumbezogenen Dateninhalte ist ein Qualitätsmaß für die Paßfähigkeit des Entwurfs für das neue zellulare Mobilfunknetz oder Teilnetz.

In Figur 1 ist schematisch der Ablauf des erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt.

Die raumbezogene Planungsdaten des Planungsgebiets 1 sind bekannt. Die Planungsdaten wurden dabei vorher durch bekannte Verfahren und Massnahmen ermittelt und können enthalten:

- Höhendaten,
- Landnutzungsdaten,
- Verkehrswege (Straßendaten, Eisenbahndaten, Schifffahrtslinien),
- Verkehrsdaten (z.B. Verkehrsmengen-Verteilung in den Flächenquadraten 2),
- Teilnehmerverteilung,
- Bevölkerungsverteilung

oder spezielle, geeignete Teilmengen dieser Gesamtmenge.

Die Netzdaten 10, die das gesuchte Netz oder Teilnetz beschreiben, sind noch nicht bekannt und sollen durch das Verfahren ermittelt werden.

Aus bereits durchgeführten Funknetzplanungen in einem betrachteten Planungsgebiet 6 sind die Netzdaten und Parameter bekannt und stellen eine entsprechende Menge Referenzdaten dar, die über eineindeutige Relation mit den Planungsgebieten dieser vorgefertigten, geplanten oder realisierten Mobilfunknetze oder Teilnetze verbunden sind: Diese Daten enthalten ebenfalls:

- Höhendaten,
- Landnutzungsdaten,
- Verkehrswege (Straßendaten, Eisenbahndaten, Schifffahrtslinien),
- Verkehrsdaten (z.B. Verkehrsmengen-Verteilung in den Flächenquadraten 7),
- Teilnehmerverteilung,
- Bevölkerungsverteilung

oder spezielle, geeignete Teilmengen dieser Gesamtmenge.

Damit stehen Referenzdaten zur Verfügung, welche sowohl die Teilmenge der Netzdaten und Netzparameter der vorgefertigten Mobilfunknetze (z.B. Standorte der Basisstationen 9 und sich daraus ergebende Feldstärkeverteilungen 8) als auch, über eindeutige Relationen verbunden, die Teilmenge der raumbezogenen Daten ihrer Planungsgebiete enthalten.

Es werden nun erfindungsgemäss Operationen 13 durchgeführt, die eine Überführung aus dem Zustand vorgefertigter Mobilfunknetze oder Teilnetze 6 in den Zustand Netzentwurf für ein neues Planungsgebiet 1 realisieren.

Die Teiloperationen sind:

- Merkmalsberechnung raumbezogener Referenz- und Planungsdaten 7, die als ein- oder mehrdimensionale Merkmale oder Parameter dargestellt werden,
- Ähnlichkeitsberechnung mehrdimensionaler Merkmale des Planungsgebietes 1 und des Referenzgebietes 6,
- Abbildung der Standorte der Basisstationen des Referenzgebietes 6 auf das Planungsgebiet 1 durch Koordinatentransformation der Standorte der Basisstationen 9 in geographischer Länge, Breite und Drehung bezogen auf den Nullmeridian,
- Winkeltransformation der Hauptstrahlrichtungen der Antennen der Basisstationen 9 für Drehungen bezogen auf den Nullmeridian.

Es ergibt sich ein Netzentwurf, der aus Planungsdaten und Parameter des automatisch erzeugten, vollständigen Mobilfunknetzes oder Teilnetzes besteht (Standort der Basisstationen 12, Parameter zur Berechnung der Feldstärkeverteilung 11, etc.). Je genauer das Referenzgebiet und dessen raumbezogene Daten mit dem Planungsgebiet und dessen raumbezogenen Daten übereinstimmt, desto grösser ist die Übereinstimmung der Netzdaten des Netzentwurfs mit den Daten des Referenz-Netzentwurfs.

Gemäss Figur 2 ergibt sich also ein Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze, bei dem

- ohne notwendigen Eingriff des Menschen
- für ein zu planendes Mobilfunknetz oder Teilnetz N1
- auf einer geographischen Fläche 1
- ein reales oder abstraktes Mobilfunknetz oder Teilnetz N2 auf einer realen oder abstrakten geographischen Fläche 6
- genau dann in den raumbezogenen Parametern Standortkoordinaten der Basisstationen 9,12 und Antennen-Hauptstrahlrichtungen verändert
- und auf der geographischen Fläche 1 durch Koordinatentransformation der geographischen Länge, Breite sowie der Drehung in Bezug auf den Nullmeridian im Netz N1 substituiert wird,

- wenn die Merkmale der raumbezogenen Daten der geographischen Flächen 1 und 6 gleich sind oder nach einem bestimmten Kriterium gleichgesetzt werden.

Zur technischen Realisierung des erfindungsgemässen Verfahrens muss eine dem Stand der Technik entsprechende rechentechnische Hard- und Software eines Funknetzplanungstools, einschließlich der Ein-/ Ausgabeperipherie, um Programme zur Realisierung der Operationen des erfundenen Verfahrens ergänzt werden.

Es sind dem Stand der Technik entsprechende Speichermedien für raumbezogene Raster- und Vektordaten vorzusehen.

Ferner sind dem Stand der Technik entsprechende Speichermedien für Planungsdaten und Parameter geplanter oder realisierter zellulärer Mobilfunknetze oder Teilnetze vorzusehen. Die Daten der Referenzdaten sind in entsprechenden Datenbanken abrufbar.

Figur 3 beschreibt nochmals im einzelnen die Schritte des automatisierten Planungsverfahrens:

(1) Lesen der raumbezogenen Referenzdaten r_1 bis r_n :

Es wird ein Zugriff auf die raumbezogenen Daten der Referenznetze (jeweils repräsentiert durch ihre raumbezogenen Referenzdaten und ihre Referenznetzdaten) hergestellt.

(2) Berechnen der Merkmale M_{r1} bis M_{rn} :

Zu jedem Referenznetz r_i , $i=1$ bis n , wird ein Merkmal M_{ri} berechnet. Einsetzbar sind sowohl allgemeine, dem Stand der Technik entsprechende Verfahren der Mustererkennung und Datenverdichtung als auch normierte Speichertechniken der raumbezogenen Daten als Matrix oder Knoten/Kanten-Vektor ohne spezielle Datenverdichtungen.

(3) Lesen der raumbezogenen Planungsdaten r_p :

Zugriff auf die raumbezogenen Daten des Planungsgebiets herstellen

(4) Berechnen der Merkmale M_p :

Berechnungen entsprechend Schritt (2) für die raumbezogenen Planungsdaten

(5) Berechnen des Merkmals M_{ri} mit geringstem Abstand zu Merkmal M_p :

Durch Anwendung von dem Stand der Technik entsprechenden Verfahren zur Berechnung der Ähnlichkeit von Objekten mit mehrdimensionalen Merkmalsvektoren (z.B. Clusterverfahren) wird das Merkmal M_{ri} (Referenznetzdaten) mit dem geringsten Abstand zum Merkmal M_p (Planungsdaten) im Merkmalsraum berechnet.

Durch die eindeutige Relation zwischen raumbezogenen Referenzdaten und Referenznetzdaten ist über den Index i das zugehörige Referenznetz N_{ri} bestimmt.

(6) Lesen der Daten des Referenznetzes N_{ri} :

Zugriff auf die Netzdaten und Parameter Nr_1 bis Nr_n des Referenznetzes herstellen

(7) Transformation der Standortkoordinaten $N_{ri} \rightarrow N_p$

Geographische Kongruenz der raumbezogenen Referenzdaten i und Planungsdaten p durch Verschiebung (geographische Länge und Breite) und Drehung mit Bezug zum Nullmeridian herstellen. Analoge Koordinaten-Transformation der Standorte der Basisstationen (Anwendung Addition, Subtraktion, Kreisfunktion).

(8) Transformation der Hauptstrahlrichtungen $N_{ri} \rightarrow N_p$

Analog zu Schritt (7), Transformation der Winkel der Hauptstrahlrichtungen der Antennen der Basisstationen mit Bezug zur geographischen Drehung von N_{ri} zu N_p (Anwendung von Addition und Subtraktion).

(9) Ausgabe der Daten des Netzentwurfs N_p :

Speichern der Daten des Netzentwurfs N_p auf das Speichermedium

Ausgabe des Abstandes der Merkmale M_{ri} (raumbezogene Referenzdaten) und M_p (raumbezogene Planungsdaten) im mehrdimensionalen Merkmalsraum als Qualitätsmaß für die Paßfähigkeit des automatisch erzeugten Netzentwurfs N_p .

Zeichnungslegende

- | | |
|----|--------------------------|
| 1 | Planungsgebiet |
| 2 | Flächenquadrat |
| 3 | Dichtepunkte |
| 4 | Basisstation |
| 5 | Versorgungsgebiet |
| 6 | Referenzgebiet |
| 7 | Flächenquadrat |
| 8 | Feldstärkeverteilung |
| 9 | Basisstation |
| 10 | zu ermittelnde Netzdaten |
| 11 | Feldstärkeverteilung |
| 12 | Basisstation |
| 13 | Operationen |

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus vorhandenen Planungsdaten realisierter, bereits geplanter oder abstrakter zellularer Mobilfunknetze oder Teilnetze und den raumbezogenen Daten ihrer Planungsgebiete sowie den raumbezogenen Daten eines neuen Planungsgebiets durch Verarbeitung der Relationen zwischen den raumbezogenen Referenz- und Planungsdaten sowie Anwendung von Koordinaten- und Winkeltransformationen auf die Standortkoordinaten der Basisstationen und Hauptstrahlrichtungen der Antennen der Basisstationen der Referenzdaten automatisch ein Entwurf des zellularen Mobilfunknetzes oder Teilnetzes für das neue Planungsgebiet erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Qualität des Netzentwurfs durch Quantifizierung der Relationen zwischen raumbezogenen Referenz- und Planungsdaten bewertet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die raumbezogenen Planungsdaten in bekannter Weise erfasst, gespeichert, geprüft und verarbeitet werden .
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die raumbezogenen Planungsdaten als ein- oder mehrdimensionale Merkmale und/oder Parameter dargestellt werden und in einer Datenbasis vorgehalten werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die raumbezogenen und netzbezogenen Referenzdaten in einer Datenbasis vorgehalten werden und als ein- oder mehrdimensionale Merkmale und/oder Parameter dargestellt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß, ohne notwendigen Eingriff des Menschen, für ein zu planendes Mobilfunknetz oder Teilnetz (N1) auf einer geographischen Fläche (1) ein reales oder abstraktes Mobilfunknetz oder Teilnetz (N2) auf einer realen oder abstrakten

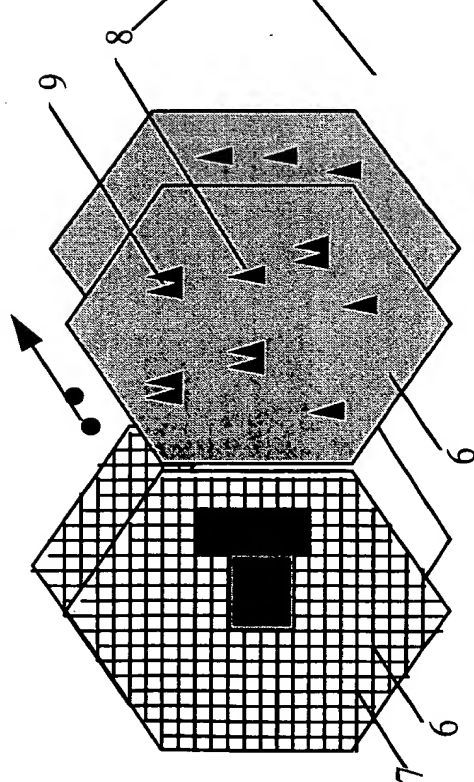
geographischen Fläche (6) genau dann in den raumbezogenen Parametern Standortkoordinaten und Antennen-Hauptstrahlrichtungen verändert und auf der geographischen Fläche (1) durch Koordinatentransformation der geographischen Länge, Breite sowie der Drehung in Bezug auf den Nullmeridian im zu planenden Teilnetz (N1) substituiert wird, wenn die Merkmale der raumbezogenen Daten der geographischen Flächen (1) und (6) gleich sind oder nach einem bestimmten Kriterium gleichgesetzt werden.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze, das sich dadurch auszeichnet, daß aus vorhandenen Planungsdaten realisierter, bereits geplanter oder abstrakter zellularer Mobilfunknetze oder Teilnetze und den raumbezogenen Daten ihrer Planungsgebiete sowie den raumbezogenen Daten eines neuen Planungsgebiets durch Verarbeitung der Relationen zwischen den raumbezogenen Referenz- und Planungsdaten sowie Anwendung von Koordinaten- und Winkeltransformationen auf die Standortkoordinaten der Basisstationen und Hauptstrahlrichtungen der Antennen der Basisstationen der Referenzdaten automatisch ein Entwurf des zellularen Mobilfunknetzes oder Teilnetzes für das neue Planungsgebiet erzeugt wird.

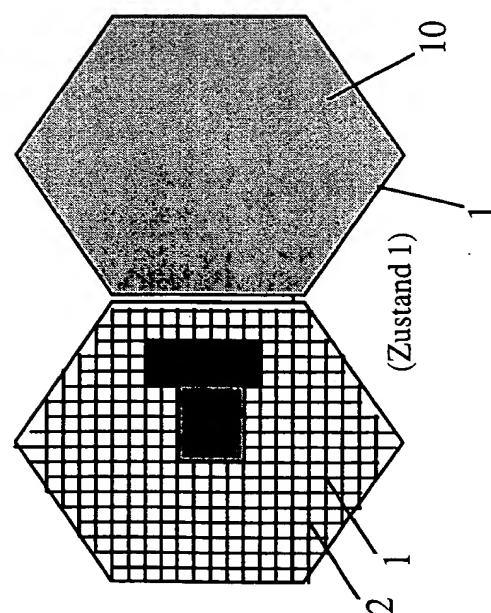
Referenzdaten

raumbezogene Daten Netzdaten

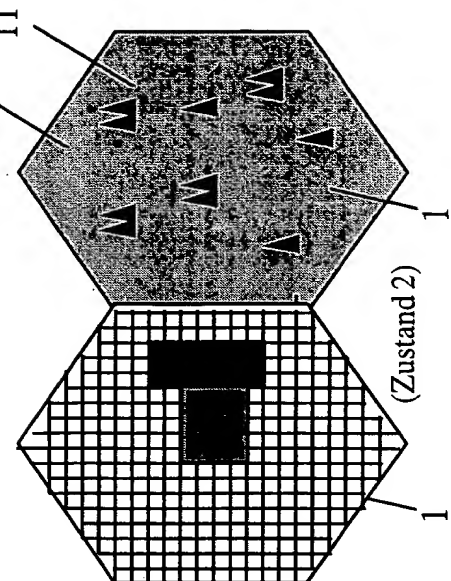


Planungsdaten

raumbezogene Daten Netzdaten



Netzentwurf



(Operationen)

Fig. 1

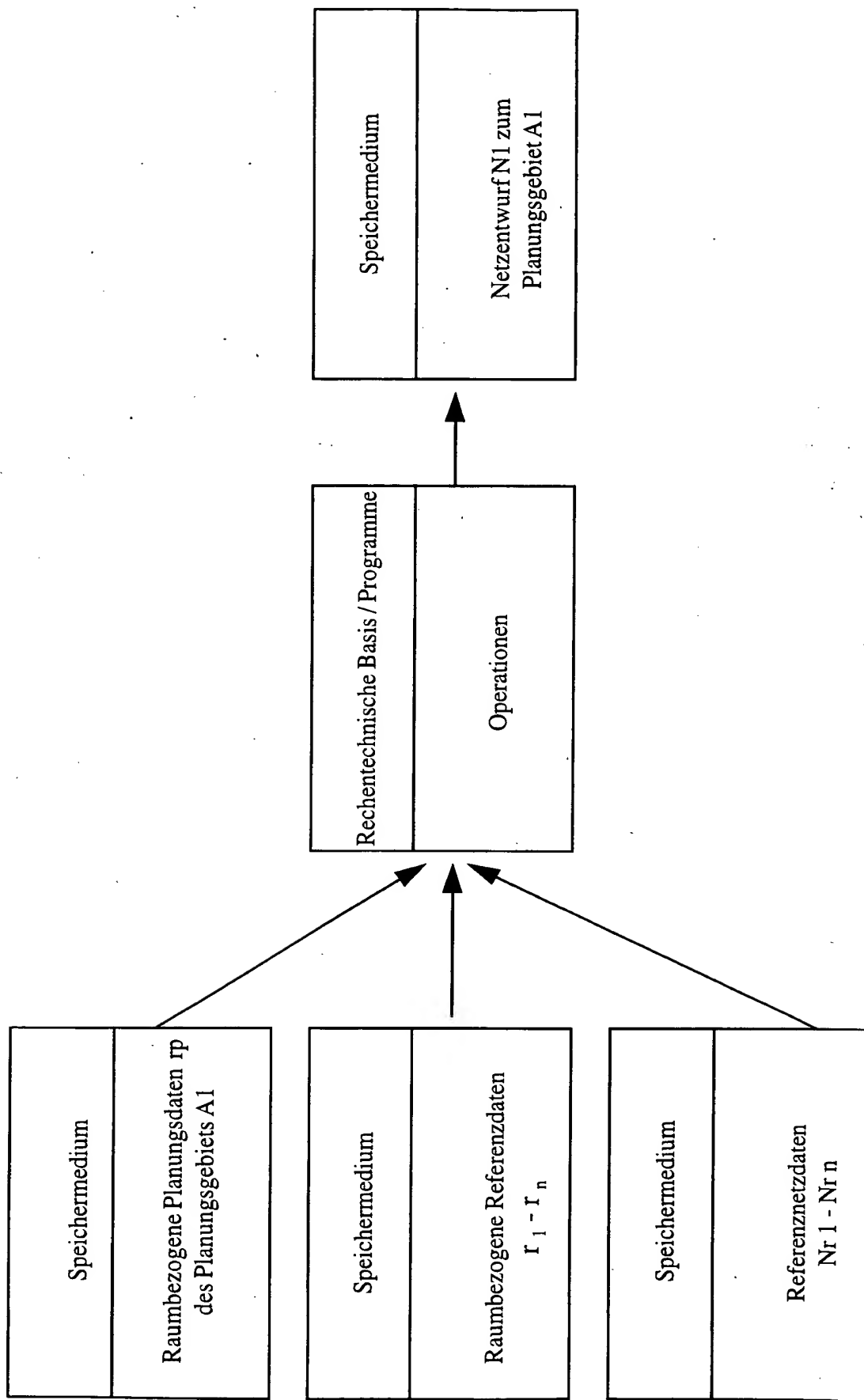


Fig. 2

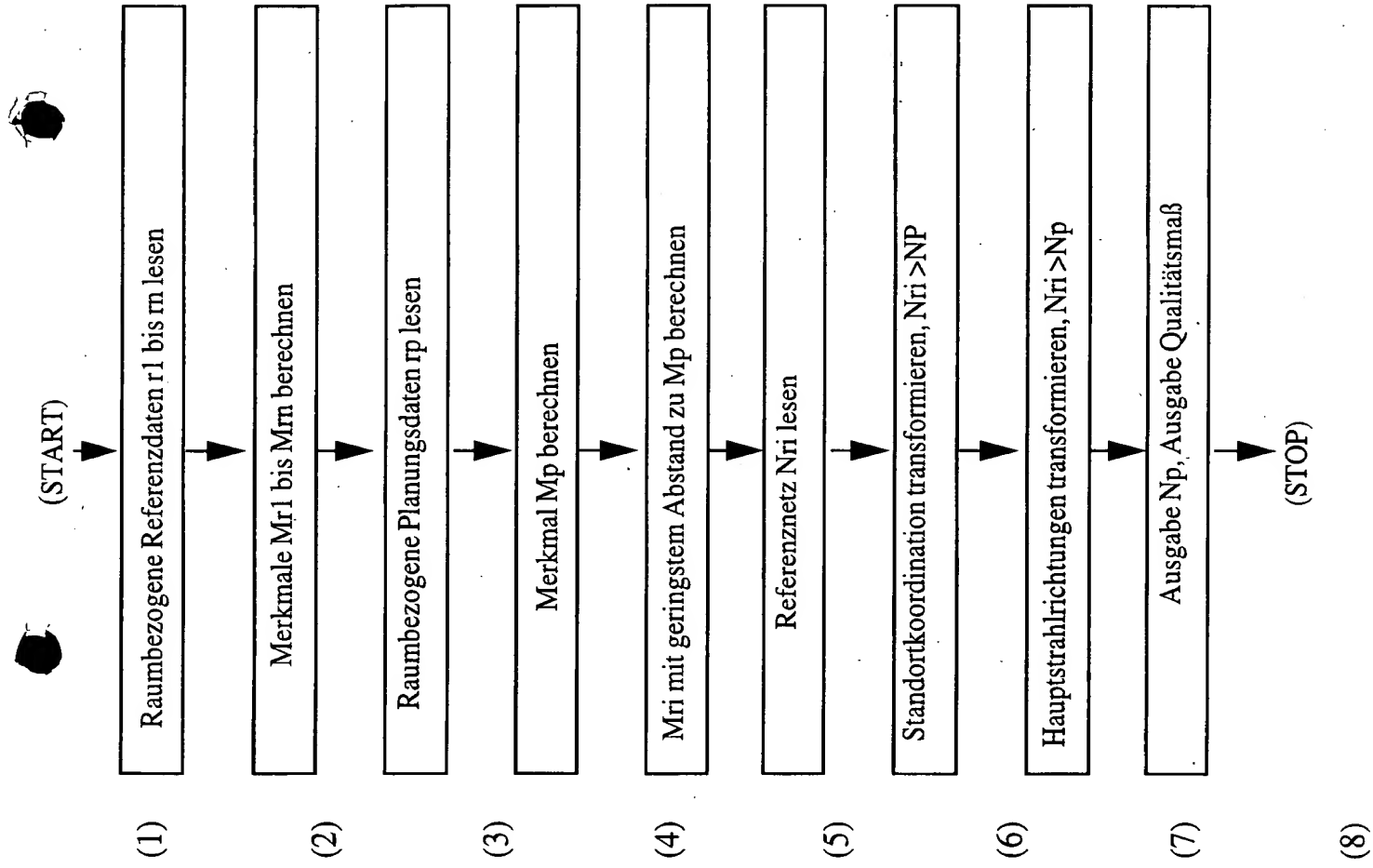


Fig. 3

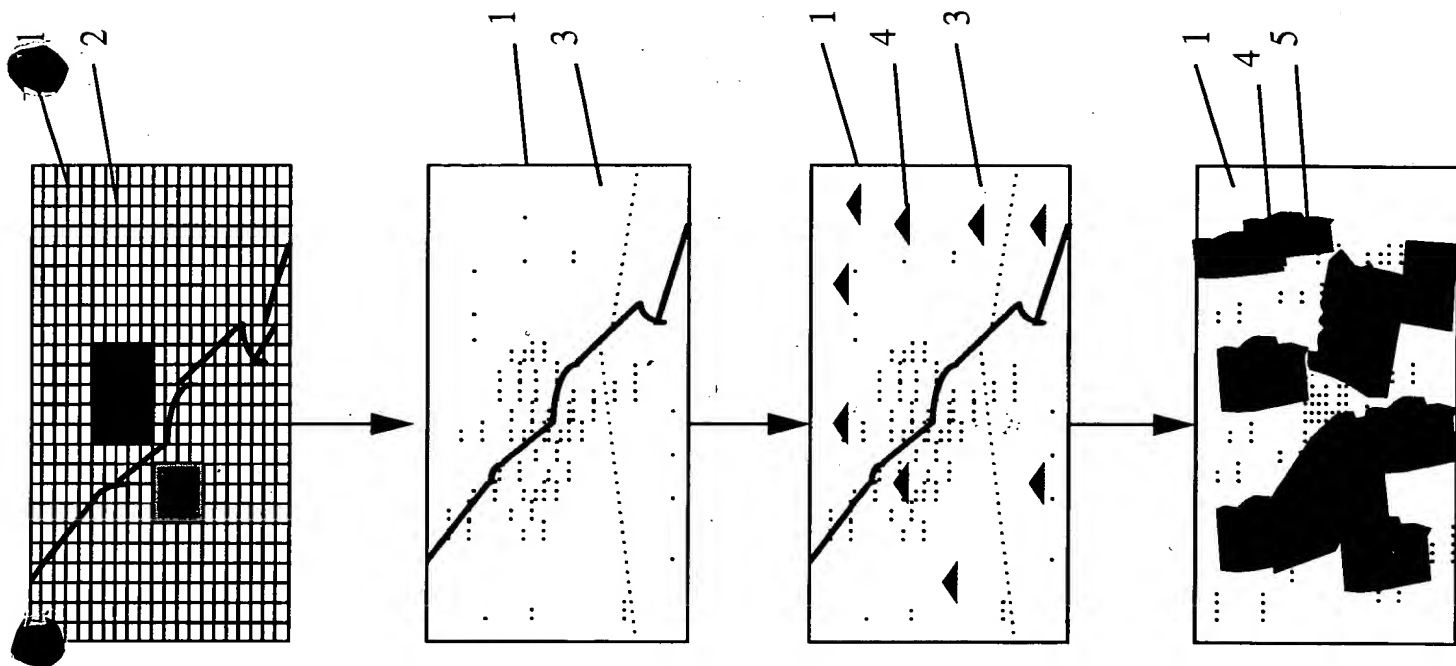


Fig. 4